

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-239212  
 (43)Date of publication of application : 12.09.1995

(51)Int.Cl. G01B 11/00  
 G01B 11/24

(21)Application number : 06-052598  
 (22)Date of filing : 28.02.1994

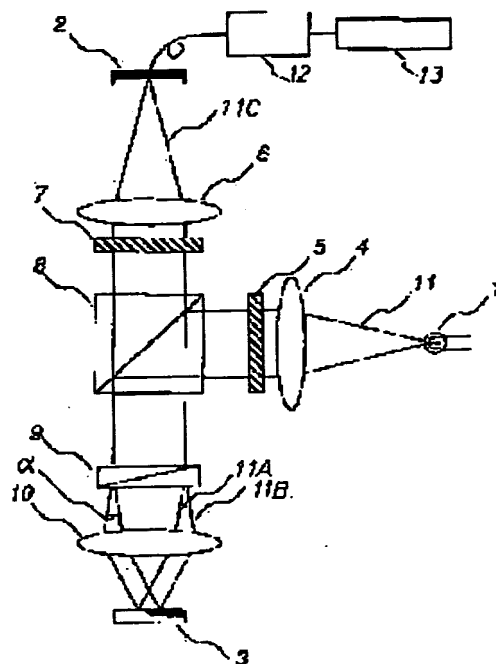
(71)Applicant : NIKON CORP  
 (72)Inventor : NODA TOMOYA

## (54) POSITION DETECTOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To indicate the position of rugged mark in sharp contrast by detecting the change in interference state of the rugged mark at an edge position that is formed on a micro object based on the detection result by means of a photoelectric detection means.

CONSTITUTION: When a light flux 11 generating from a light source 1 is to be led to an object 3, an illumination light flux is converted to linear-polarized beams having planes of polarization perpendicular to each other and they are directed onto various positions on the object 3 with a minute interval. The polarized beams are reflected on the surface of the object and they are deformed in waveform due to steps between its projecting part and flat part, so that a phase difference is generated based on the difference between respective light path lengths up to a detection system. After two reflected beams of light are combined on a same light path, they are subject to mutual deflection interference. At this time, since the light path length does not differ from each other in a part corresponding to the projecting and flat parts, an interference image with light path difference of zero can be obtained. Thus, the change of a rugged mark at an edge on the object 3 is detected based on the detected result by a detector 2, thereby detecting the mark position.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

*Also see App. pg 1*

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-239212

(43)公開日 平成7年(1995)9月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 B 11/00  
11/24

識別記号

G  
F

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平6-52598

(22)出願日 平成6年(1994)2月28日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 埜田 友也

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

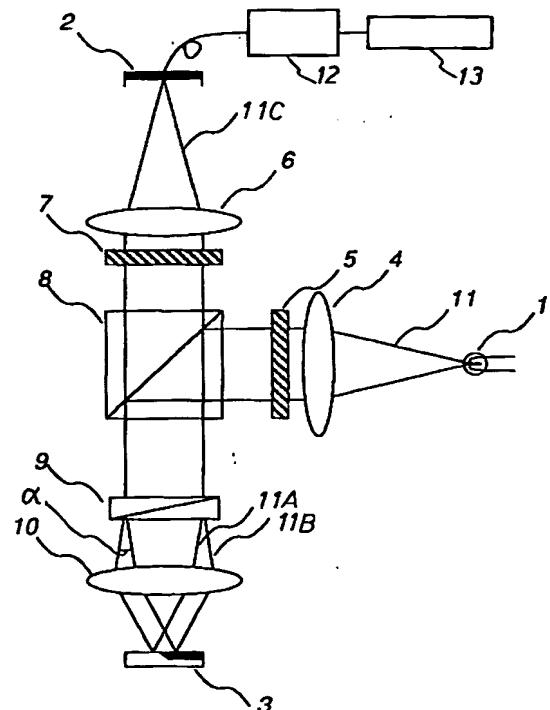
(74)代理人 弁理士 佐藤 正年 (外1名)

(54)【発明の名称】 位置検出装置

(57)【要約】

【目的】 段差等の検出能力に優れたエッジ検出装置を提供する。

【構成】 光源手段からの照明光を互いに偏光方向が直交する二つの偏光検査光を形成させると共に、これらを近接させて分離する偏光分離手段と、これらを対象物上に照射する検査光照射手段と、これらを同一光路上に合成する光路合成手段と、合成された偏光検査光を偏光干渉させる偏光干渉手段と、この検知光を光電検出する光電検出手段と、平面部からの検知光の相互間に予め定められた任意の位相差を与えた状態の検知光として光電検出手段に導く位相差調整手段とを備え、凹凸マークのエッジ位置での干渉状態の変化を検出する事により凹凸マークの位置を検出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 微小対象物上に形成された凹凸マークの位置検出装置であって、

光源手段からの照明光を偏光分離させて互いに偏光方向が直交する二つの偏光検査光を形成させると共に、これらを近接させて分離する偏光分離手段と、

前記二つの偏光検査光を対象物上にそれぞれ照射する検査光照射手段と、

前記対象物から反射された前記二つの偏光検査光を同一光路上に合成する光路合成手段と、

前記合成された偏光検査光を偏光干渉させる偏光干渉手段と、

前記偏光干渉された検知光を光電検出する光電検出手段と、

前記対象物上の平面部からの検知光を、前記二つの偏光検査光の相互間に予め定められた任意の位相差を与えた状態の検知光として光電検出手段に導く位相差調整手段と、を備え、

前記光電検出手段による検出結果に基づいて、微小対象物上に形成された凹凸マークのエッジ位置での干渉状態の変化を検出する事により凹凸マークの位置を検出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 前記位相差調整手段は、対象物上の平面からの前記二つの偏光検査光の相互間に $\pi$ ラジアンの位相差を与えた状態の検知光を光電検出手段に導くものであることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。

【請求項3】 前記偏光分離手段と前記光路合成手段とが、前記対象物上に設けられた複屈折素子からなることを特徴とする請求項2に記載した位置検出装置。

【請求項4】 前記複屈折素子による分離方向が、前記対象物上に設けられた凹凸マークのエッジ方向に対して45度の傾きを持つように配置されていることを特徴とする請求項3に記載した位置検出装置。

【請求項5】 前記位相差調整手段が、照明光の光路中に設けられた偏光子と、検知光の光路中に設けられた検光子とを有し、

これらの偏光子と検光子の透過軸方位が、互いに90度ずれた状態で配置されと共に、前記複屈折素子の分割方位に対して45度傾けられた状態で配置されていることを特徴とする請求項3又は4に記載した位置検出装置。

【請求項6】 前記二つの偏光検査光の照射位置を前記対象物上で相対的に走査する走査手段を更に備えている請求項3、4又は5に記載した位置検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、微小対象物の表面に形成された微小段差部からなるマーク、例えば半導体基板上に形成されたアライメントマーク等の位置を計測する装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、ICをはじめとする半導体デバイスは、必要な回路パターンを持ったマスクからフォトリソを塗布したウェハ上に前記パターンの露光を行い、現像及びエッチング等処理を経ることにより製造されている。このような半導体デバイスの回路パターンは複雑な設計であるものが多く、従来より、同じウェハ上に別々のマスクの回路パターンを順番に露光転写することにより重ね合わせ回路等の複雑な積層構造の回路を得ている。

【0003】 同一ウェハ上に種々のマスクによる露光処理を複数回行う場合、毎回の露光処理の後にウェハの現像及びエッチング等の他の処理を行う必要があるので、毎回の露光処理を行う度にウェハを露光装置に新たに位置決めをし、また、マスクもこの位置決めされたウェハに対して毎回アライメントされることになる。従来より回路パターンの位置合わせ精度を検査するために、マスクの特定の位置に重ね合わせ位置測定用の微小なマーク（以後アライメントマークと記す）が設けられている。

【0004】 アライメントマークは、基板上に形成される回路パターン部分と同様の素材、例えば、金属膜や酸化膜等で形成された微小な凹凸マークからなるものが一般的であり、この微小な凹凸マークを光学的な手段で位置測定するには、基板表面上の凹凸マークの周縁に形成された段差（以後、エッジ部分と記す）の位置を検出する手段が知られている。

【0005】 一般に、凹凸マークのエッジ部分を非接触で検出するために、落射照明光学系を用いた反射光学顕微鏡が用いられる。これは、照射光を反射させると共に対象物により反射された反射光の一部を透過するハーフミラーを内部に備えた落射照明系等の反射光学系を利用するものであり、この反射光により凹凸マーク等の対象物の像を観察するものである。

【0006】 このような光学顕微鏡によって、凹凸マークを観察（測定）した場合、エッジ部分の両側の物質、つまり、マークを形成する物質と基板（ウェハ）等のマークの下地となる物質とが全く異なるものによって形成されていれば、エッジ部分を境界としてその両側それぞれの部分において光の反射率が異なるため、それぞれの部分からの戻り光の光量が異なり、エッジ部分は明領域と暗領域との境界線として明確に観測される。

【0007】 しかし、エッジ部分の両側（基台部と凹凸マーク部）が同じ物質の場合や反射率に差がない物質によって形成されている場合には、上述した明領域と暗領域とが明確に観測できないため、境界がはっきりせず、凹凸マークの位置検出精度を低下させる。

【0008】 そこで、従来は、凹凸マークのエッジ部分で照明光が散乱されることを利用して、エッジ部分を明背景中の暗線として観測することで凹凸マークの位置検出を行なうものとしている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】このようにエッジ部分での散乱を利用してエッジ（の位置）を判別し、これによりマークの位置検出を行う場合、従来の反射光学顕微鏡では、例えばマークのエッジ自体が微小段差であったり、マークや基材が反射率の低い物質により構成されたりすると、光が散乱される率が低くなる。このため、観測されるマーク像（エッジ部分の暗線と他の明背景と）のコントラストが低くなり、高い観測精度での測定ができない問題がある。

【0010】従来は、この問題の解決のために、例えば観測光学系及び照明光学系のNAを小さくすることによって、マークのエッジ部分によって散乱された光の結像割合を減少させたり、或いはエッジ部分を合焦位置からはずして観測することにより、マーク像のコントラストを高めようとする工夫が行われていた。

【0011】しかし、観測像のコントラストを上げるために、観測光学系及び照明光学系のNAを制限すると、像観察における分解能が低下し、対物レンズが本来持っている性能を十分に発揮させることができなくなる。また、エッジ部分を合焦位置から外すと、本来観測したいマーク自体が焦点位置から外れてしまうため、やはり高い精度で観測することができないという問題があった。

【0012】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、微小な凹凸マークの位置検出特性が優れた位置検出装置を提供することを主目的とするものである。本発明は、特に、従来の様に観測光学系及び照明光学系のNAを制限したり、対象物を合焦位置からずらすことなく、高精度に対象物を観測することができる位置検出装置を提供することを目的とする。

【0013】また、本発明は、低反射率の対象物であってもエッジ部分のコントラストが高い凹凸マークの検出が可能な位置検出装置を提供する事を目的とする。さらに、本発明は、できるだけ少ない相対移動走査でマークが探索できる位置検出装置を提供することをも目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成すべく、請求項1に係る発明は、微小対象物上に形成された凹凸マークの位置検出装置であって、光源手段からの照明光を偏光分離させて互いに偏光方向が直交する二つの偏光検査光を形成させると共に、これらを近接させて分離する偏光分離手段と、前記二つの偏光検査光を対象物上にそれぞれ照射する検査光照射手段と、前記対象物から反射された前記二つの偏光検査光を同一光路上に合成する光路合成手段と、前記合成された偏光検査光を偏光干渉させる偏光干渉手段と、前記偏光干渉された検知光を光電検出する光電検出手段と、前記対象物上の平面部からの検知光を、前記二つの偏光検査光の相互間に予め定められた任意の位相差を与えた状態の検知光として光電検出手段に導く位相差調整手段とを備え、前記光電検出手

段による検出結果に基づいて微小対象物上に形成された凹凸マークのエッジ位置での干渉状態の変化を検出する事により凹凸マークの位置を検出することを特徴とする位置検出装置を提供する。

【0015】請求項2に係る発明は、請求項1に記載の位置検出装置において、前記位相差調整手段は、対象物上の平面からの前記二つの偏光検査光の相互間に $\pi$ ラジアン位の位相差を与えた状態の検知光を光電検出手段に導くことを特徴とする。

【0016】また、請求項3に係る発明では、請求項2に記載の位置検出装置において、前記偏光分離手段と前記光路合成手段とが、前記対象物上に設けられた複屈折素子からなることを特徴とするものである。

【0017】更に、請求項4に係る発明は、請求項3に記載の位置検出装置において、前記複屈折素子による分離方向が、前記対象物上に設けられた凹凸マークのエッジ方向に対して45度の傾きを持つように配置されていることを特徴とするものである。

【0018】請求項5に係る発明では、請求項3又は4に記載の位置検出装置において、前記位相差調整手段が、照明光の光路中に設けられた偏光子と、検知光の光路中に設けられた検光子とを有し、これらの偏光子と検光子の透過軸方位が互いに90度ずれた状態で配置されると共に、前記複屈折素子の分割方位に対して45度傾けられた状態で配置されていることを特徴とする。

【0019】また、請求項6に係る発明では、請求項3、4又は5に記載の位置検出装置であって、前記二つの偏光検査光の照射位置を前記対象物上で相対的に走査する走査手段をさらに備えている。

【0020】

【作用】本発明は上記のように構成されているため、以下の作用を奏する。まず、本発明は微分干渉法による像形成原理を位置検出装置に応用したものであり、この像形成原理を図2を用いて説明する。図2は、凸部20aが存在する対象物20の表面に平面波21が入射した場合の反射波22の波面状態を示すものである。

【0021】この図において、凸部20a、段差部20b並びに対象物20の表面に平面波21が入射すると、これらから得られる反射波22は、平面波21の波面が対象物20表面の段差に応じて位相差が生じた波形となる。これは、凸部20aの表面と、対象物20の凸部20a以外の表面との段差により、反射光の往復距離（光路長）が異なり、同じ平面波21の反射光を検出する際に時間差が生ずるためである。

【0022】本発明における微分干渉法を応用した観察では、図3に示すように、対象物へ照射する平面波を微小間隔を空けて二つに分割して照射し、得られた反射波の横ずれを利用してこれらを干渉させることで、反射光に生じている位相差を可視化している。このような平面波を二つに分割して横ずれを生じさせるには、光の偏光

作用を利用した方法が採られている。

【0023】即ち、本発明による観察では、光源手段からの光束を対象物に導く際に、照明光束を直線偏光に変換した後、二つの直交する偏光面を持つ直線偏光成分に分割して、これらを対象物上の異なる位置に微小間隔を空けて照射する。対象物に照射された二つの直線偏光は、対象物表面において反射されるが、この時、対象物表面の凹凸部分の段差に応じて変形された波形となり、検出系に到達するまでの光路長の相違から位相差を生じることになる。

【0024】この二つの反射光を同一光路上に合成した後、互いに偏光干渉させると、凸部（上部）及び平坦部に対応する部分では、相互の光路長が相違しないため、光路差0の（光路差がない二つの光、又は位相差がない二つの光からの）干渉像が得られる。

【0025】しかし、段差部に対応する部分では、光路長が互いに相違するため、相互の光路長の相違（に基づく位相差）に応じた干渉像が得られる。即ち、対象物表面の凹凸部の段差部分からの反射光のみに光路差（位相差）が0以外の干渉が生じることから、偏光干渉された光の干渉状態を検出することにより、対象物表面の凹凸部（の段差部分）を観察することができる。

【0026】本願請求項1に記載した発明では、上記の微分干渉法を応用した位置検出を構築するために、光源手段からの照明光を偏光分離させて互いに偏光成分が直交する二つの偏光検査光を形成させると共に、これらを近接させて分離する偏光分離手段と、前記二つの偏光検査光を対象物上にそれぞれ照射する検査光照射手段と、前記対象物から反射された前記二つの偏光検査光を同一光路上に合成する光路合成手段と、前記合成された偏光検査光を偏光干渉させる偏光干渉手段と、前記偏光干渉された検知光を光電検出する光電検出手段と、前記対象物上の平面部からの検知光が、前記二つの偏光検査光の相互間に予め定められた任意の位相差を与えた状態の検知光として光電検出手段に導く位相差調整手段と、前記光電検出手段による検出結果に基づいて干渉状態を認識する観察手段とを備えている。

【0027】本発明に用いる偏光分離手段は、互いに直交する二つの偏光成分に分割し、これらを近接させて分離した状態で対象物に照射すると共に、そこまでの光路長がほぼ等しい状態で照射できるものであれば良い。これにより、前述した微分干渉法を応用するための、互いに微小間隔をあけて横ずれさせた状態の二つの平面波が得られるものとなる。

【0028】なお、偏光分離手段としては、後述するようにこれらの作用が同時に行われる複屈折素子等が応用できるが、本発明の偏光分離手段はこれに限定されるものではない。例えば、互いに異なる偏光面をもつ偏光成分に分割する偏光分割手段と分割された夫々の光束を近接させて対象物上に導く照射手段等を組み合わせたもの

等が応用手段として考えられる。

【0029】また、複屈折素子としては、例えば、ニコルプリズム、گران・トムソンプリズム、ウォラストンプリズム、ロシヨンプリズム、ノマルスキプリズム等の偏光プリズムや偏光板などを用いることにより、低コストで簡単な構成とすることができる。

【0030】ここで、特定の直線偏光成分を取り出す偏光子としては、ニコルプリズム、گران・トムソンプリズム、偏光板などが使用できる。この際、プリズムを使用した場合の方が消光比が高い利点がある。特に、گران・トムソンプリズムは、偏光方向を選択するためにプリズムを回転させる場合に、光線が横ずれをしないため好ましい。

【0031】一方、偏光分離手段や偏光結合手段に用いる素子には、ウォラストンプリズム、ロシヨンプリズム、ノマルスキプリズム等が使用できる。これらの複屈折素子のうち、光線の分離角度の大きさや分離方向を考慮して適したプリズムを使用するのがよい。

【0032】ここで、一般に、二つの偏光検査光の対象物上での距離（シア量）は、偏光分割手段による分離距離（又は分離角）と、検査光照射手段の主に対物レンズの焦点距離とにより決定されるので、これらを調整することにより任意のシア量を持った二つの偏光検査光とすることができる。

【0033】この偏光分離手段により微小間隔を空けて分離された二つの偏光検査光は、検査光照射手段により対象物上に照射される。対象物表面において反射された夫々の偏光検査光は、対象物表面のマーク等で形成される凹凸部分の段差に応じて波面が変形され、それぞれ位相差を持った偏光検査光となる。この二つの偏光検査光は、光路合成手段により同一光路上に合成される。そして、偏光干渉手段により偏光干渉される。

【0034】偏光干渉された検知光は、光電検出手段により光電検出され、この光電検出手段による検出結果に基づいて、検知光の干渉状態を観察する。ここで、干渉状態に変化が生ずるのは、主に凹凸マークのエッジ部であることから、対象物表面の凹凸部分のエッジの像が検出され、それに基づいて凹凸マークの位置が計測される。

【0035】さらに、本発明では位相差調整手段が設けられているので、検知光の二つの偏光成分間の位相差を変更する事が可能である。このため、凹凸部分のエッジ部での干渉状態の観察の際に、予めコントラストの高い干渉像が得られる様に位相差を調整する事で、これらの干渉状態が明確に認識できる様に検出状態が変更できる。

【0036】なお、本発明における平面部は、偏光検査光の検知光に（原則として）位相差が生じない部分を示すものであり、主に、対象物表面上の凹凸マーク以外の平坦部分を平面部とするが、凹凸マーク上面部の平坦部

分であって検知光に基本的には位相差が生じない部分も平面部分に該当する。言い換えると、対象物表面上の凹凸マークの周縁等に形成された段差（すなわち、エッジ部分）の位置以外の平坦な部分を示すものである。

【0037】次に、本願請求項2に記載した発明では、前記位相差調整手段により、対象物上の平面位置からの前記二つの偏光検査光の相互間に $\pi$ ラジアン（位相差を与えた状態（光路長差が $\lambda/2 + n\lambda$ ）となる状態）の検知光を光電検出手段に導くように構成されている。

【0038】即ち、対象物上の段差により生ずる二つの偏光検査光間の位相差は、二つに分割された偏光検査光の横ずれ量に対応する二点間の距離（シア量）を一定としたとき、二つに分割された偏光検査光の光路差に基づく位相差（リタデーション量）と対象物表面の凹凸の変化に応じた量の和となる。

【0039】干渉による光強度は、位相差を $\delta$ とした時 $\{1 + \cos \delta\}$ に比例するので、二つに分割された偏光検査光のリタデーション量 $\Delta$ を $\pi$ ラジアンとなるように調整すると、対象物表面の凹凸変化のない部分（例えば、対象物の凹凸マーク以外の部分）では、 $\{1 + \cos \delta\}$ は、 $\{1 + \cos \Delta\} = \{1 + \cos \pi\} = 0$ となる。従って、検出される光強度は零となる。

【0040】これに対し、対象物表面の凹凸変化のある部分（例えば対象物の凹凸マークの段差部分）では、位相差 $\delta$ はリタデーション量 $\pi$ ラジアンと対象物表面の凹凸変化の凹凸量の変化に応じた量の和となるので、

$\{1 + \cos \delta\}$ は0以外の値、即ち、対象物表面の凹凸変化の凹凸量の変化により生ずる光路差に応じた値となる。このため、対象物表面の凹凸変化のある部分の光強度は、この値 $\{1 + \cos \delta\}$ に比例した強度となる。

【0041】本発明は、リタデーション量 $\Delta$ を $\pi$ ラジアンとする事で、対象物表面の凹凸変化のない部分（例えば、凹凸マークのエッジ以外の部分）を暗黒とし、対象物表面の凹凸変化のある部分（例えば、凹凸マークのエッジ部分）を明るくしている。凹凸マークのエッジ部分である段差部分は、暗背景中に明線として観測することができる。

【0042】これを具体的に図3を示して説明する。図3において、二つの偏光検査光のうち一方の偏光検査光を第1偏光検査光311A、他方の偏光検査光を第2偏光検査光311Bとしている。

【0043】第1偏光検査光311Aと第2偏光検査光311Bとは、任意のシア量324が設けられており、更に、リタデーション量が $\pi$ ラジアンとなるように調整されている。このため、対象物上の平面部分のみからなる領域325と領域326においては、干渉による光強度は、第1偏光検査光311Aと第2偏光検査光311Bで打ち消し合うため零である。

【0044】しかし、対象物上の段差部に当たる領域3

27においては、対象物表面の凹凸変化の凹凸量の変化により生ずる光路差に応じて、干渉光の光強度が零にはならずにある程度の強度となる。即ち、エッジ部分（段差部）である領域327のみが光強度を持つ領域となるので、凹凸マークのエッジ部分（領域327）が、暗背景中の明線として検出されることになる。

【0045】前述した様に、本発明では、前記位相差調整手段が前記平面位置（対象物上の凹凸のない部分、平面部）からの前記二つの偏光検査光の相互間に $\pi$ ラジアン（位相差を与えた状態）の検知光を光電検出手段に導くようにしている。

【0046】このため、光電検出手段では、平面部からの干渉状態が互いに打ち消し合う状態（強度が零の状態）として検出され、凹凸マークのエッジ部分、即ち段差部分からの干渉状態は、相互に生じた干渉状態（段差の変化に応じた強度がある状態）の検出信号が得られる事となる。

【0047】逆に、この様な位相差調整手段をもたないと、平面部からの偏光検査光の位相差は零になる（あるいは位相差又は光路差を零に調整する）が、この場合には平面部分からの干渉状態が互いに強め合う最高強度の明視野となり、段差部分からの干渉状態はこれより弱い強度のやや暗い部分となる。

【0048】ここで、最高強度の明視野状態（平面部の像）からやや暗い部分（エッジ段差部の像）を検出する場合には、像（特にエッジ段差部の像）のコントラストが低くなる。このため、特に検出光の強度を電気的信号に変換して検出する光電検出手段では、この強度変化の状態（対象物の像）の検出レスポンスが低下する。

【0049】逆に、本発明の様に強度検出できない暗視野状態から、干渉により検出強度が生ずる部分（凹凸マークのエッジ部の像）を検出する場合には、像のコントラストが高くなるので、像検出のレスポンスが高くなる。このため、凹凸マークのエッジ部の検出特性が向上し、凹凸マークの位置検出が高精度で行なえるものとなっている。

【0050】次に、本願請求項3に記載した発明では、前記偏光分離手段と偏光合成手段とが、対象物上に設けられた複屈折素子から構成されている。複屈折素子は、入射光を互いに異なる偏光成分に分離する作用が知られている。さらに、この透過光路長を予め定めておく事で、出射時の相互の分離距離や位相差（光路差）を任意に調整することが出来るものとなる。また、この分離されて射出された光束を逆の経路で入射させると、もとの光束と同一の経路に射出されるので、前記分離された偏光光を夫々逆向きに入射させる事で同一の光路上に合成できる。

【0051】本発明では、複屈折素子のこのような性質を利用し、対象物上に複屈折素子を配置すると共に、ここから分離されて射出された夫々の偏光光束を対象物に導

くことで、反射された夫々の偏光光束が再度同じ経路を逆向きに進行する様に構成している。

【0052】この様な偏光検査光の照射光路並びに反射光の光路は、検査光照射手段により形成されることが好ましく、対象物と前記複屈折素子並びに検査光照射手段を構成する光学部材等を上記の様に構成する事で、前記偏光分離手段と偏光合成手段とが、対象物上に設けられた複屈折素子により同一部材で構成されている。

【0053】このような構成とする事で、位置検出装置全体の配置構成が容易となるので、装置のコンパクト化が図れる。また、配置構成が単純化され、設計上の自由度が増える。さらに、装置の調整や組立が簡易になる利点もある。

【0054】なお、本発明に応用できる複屈折素子としては、分離した偏光成分間の位相差や光路差が生じない様にするためには、複屈折プリズムが好ましい。その他の複屈折素子としては、ウォラストンプリズム、ニコルプリズム、グラン・トムソンプリズム、ロションプリズム等の偏光プリズムや、偏光板などの複屈折素子に応用する事が可能である。

【0055】特に、ウォラストンプリズム等を用いた場合には、プリズム内の透過光路長を調整する事で、素子から射出される各偏光成分間に任意の位相差を与えることが可能となる。このため、複屈折素子を位相差調整手段を兼ねた構成とする事が可能となる。

【0056】ここで、前述した様に、検出される干渉光の強度は、干渉状態を生じる凹凸マークのエッジ部における段差部の変化の割合（傾き）に依存する。この段差部の傾きは、偏光分離手段による分離方向（合成される二つの検査光の照射位置のずれ方向）で変化する。

【0057】即ち、同一の凹凸マークを観察した場合、エッジ部に対してこれを垂直に横切る方向に分離方向が位置する場合に、傾きの変化の割合が最も大きくなり、干渉強度が最も強いものとなり、エッジに対して斜めに横切れば傾きの変化の割合が少なくなる。

【0058】このため、検出強度を優先する場合には、偏光分離手段の分離方向が、凹凸マークのエッジ部方向に対して直交するように、夫々の位置関係を定める事が好ましい。逆に、エッジ部に対してこれと平行な方向に分離方向が位置する場合には、干渉状態は平面と同様な検出状態となり、この様に位置するエッジ部は検出できない場合がある。

【0059】例えば、一般的な半導体素子等の形成時の露光転写等のためのアライメントマークは、矩形の凹凸マークで構成されている事が多いが、この様な場合のマークのエッジ部は互いに直交するため、一方のエッジ部に直交する方向に前記分離方向を定めると、他方のエッジ部が検出しにくい場合が生ずる。

【0060】本願請求項4に記載した発明では、偏光分離手段としての複屈折素子の分離方向が前記対象物上の

エッジ部分に対して45度の傾きを持つように配置されているため、特に矩形の凹凸マークの縦方向及び横方向のエッジ部を、同時にかつ確実に検出することが出来る。これは、少なくとも互いに直交するエッジ部をもつアライメントマークであれば、マークの周囲の互いに直交するエッジ部が全て同時に検出できるので、正確な位置検出が短時間で行なえるものとなっている。

【0061】次に、本願請求項5に記載した発明では、前記位相差調整手段が、照明光の光路中に設けられた偏光子と、検知光の光路中に設けられた検光子とを有し、これらの透過軸方位が互いに90度ずれた状態で光路上に配置されると共に、前記複屈折素子の分割方向に対して夫々が45度傾けられた状態で配置されている。

【0062】即ち、本発明では、偏光子を設ける事で照明光を一定の偏光面をもつ直線偏光にする。この直線偏光を前記複屈折素子に入射させると、偏光面が複屈折素子の分割方向に対して45度傾けられている事から、この分割方向とそれに垂直な方向に夫々の偏光面をもつ二つの直線偏光に分離される。

【0063】そして、対象物で反射して再び光路合成手段により合成された後、検光子に入射するが、この検光子の透過軸方位に対して二つの偏光検査光の偏光面は、夫々45度ずつ傾いている。このため、対象物上の平面部で反射された（位相差がない）二つの互いに直交する偏光検査光が検光子に入射すると、検光子の透過軸方向の成分のみが通過するので、二つの偏光検査光の透過軸方向の成分が透過して偏光干渉される。

【0064】ここで、前記検光子の透過軸方向が前記偏光子と同じ透過軸方向である場合には、原則として平面部から反射された互いに位相差のない二つの偏光検査光からの透過成分は夫々同一位相となるが、本発明の様に検光子の透過軸方向が直交する方向である場合、これらの透過成分は互いに $\pi$ ラジアン位の位相差をもつ成分同士の偏光干渉光となる。

【0065】即ち、平面部からの偏光干渉光は、互いに逆位相となる偏光成分同士の干渉光として互いに打ち消し合うものとなるので、検出手段では検出強度が零となる。逆に、段差部からの偏光干渉光は、段差の割合に応じた位相差が生じているため、検光子の透過軸方位にも位相差に応じた干渉状態の偏光干渉光が透過する事となり、偏光干渉光の強度に応じた検出強度が得られる事となる。

【0066】先に述べたように、検出される偏光干渉光の光強度は、位相差を $\delta$ とした時、 $\{1 + \cos \delta\}$ に比例するため、位相差が生じない平面部では、位相差 $\delta = \pi$ であるので、 $\{1 + \cos \delta\}$ は0となる。従って、ここから検出される光強度は零となり、検出画像では暗視野状態となる。

【0067】また、凹凸部分の変化（段差部の変化割合）に応じた位相差 $\delta$ が生ずるエッジ部分では、位相差

$\delta$  は、 $\pi$  ラジアンと対象物表面の凹凸変化の割合に応じた量との和となるため、 $\{1 + \cos \delta\}$  は凹凸部分の変化に応じた 0 以外の値を取るようになる。このため、凹凸部分の変化に応じて生じた偏光検査光間の位相差  $\delta$  に基づく光強度が検出されることになる。

【0068】本発明の位相差調整手段は、上記の様に、照明光から直線偏光のみを取り出す偏光選択手段（例えば、偏光子）と、互いに直交する偏光成分から偏光干渉成分を取り出す偏光干渉手段（例えば、検光子）とを兼ねて構成されている。このため、位置検出手段の構成が簡素化される。また、部材点数の減少により制作コストを抑えることが出来る。

【0069】本発明の位相差調整手段は上記の様に構成されているが、平面部位置からの二つの偏光検査光の相互間に  $\pi$  ラジアン位の位相差が与えられた状態の検知光が検出手段に導かれる構成のものであれば、この方式に限定されるものではない。

【0070】一例を示すと、偏光選択手段として設けた偏光子と、偏光干渉手段として設けた検光子との透過軸方位を光路上で一致させて配置し、それらの間に配置した波長板を用いて二つの偏光検査光の相互間に  $\pi$  ラジアン位の位相差を与える方式としても良い。これは、 $1/2$  波長板を照射光あるいは反射光のいずれか一方の光路上に配置するか、あるいは双方が通過する同一の光路上に  $1/4$  波長板を用いてリタデーション量を調整すること等が考えられる。

【0071】また、位相差調整手段として偏光ビームスプリッタを応用する方式も可能である。この場合、光源から発せられた光束が偏光ビームスプリッタにより特定の偏光成分をもつ直線偏光が得られることを利用する。例えば、反射偏光成分を例にとると、偏光分割面に対する入射光の入射面に直交する方向の直線偏光のみを反射させるので、一方向の偏光面を持つ直線偏光のみが複屈折プリズムに入射することになり、この場合には、偏光選択手段を兼ねる事とすることが出来る。

【0072】一方、対象物上で反射されて複屈折プリズムにより光路合成された偏光検査光を再び偏光ビームスプリッタに入射させると、平面部で反射された検査光のうち、照射光と同一の（位相差のない）偏光成分のみが反射されてくる。

【0073】この場合、偏光ビームスプリッターが偏光干渉手段を兼ねることとなり、透過方向に偏光干渉される光束（照射光と偏光面が  $90$  度ずれた偏光面をもつ光と同様）は、偏光干渉光において位相差が  $\pi$  ラジアン状態となり、検出強度が零となる。更に、凹凸部の段差部からの偏光成分間では、位相差が生じているため、透過方向の偏光干渉成分が検出される。

【0074】即ち、偏光ビームスプリッタにより偏光検査光の間に  $\pi$  ラジアン位の位相差が生じた状態の偏光干渉光は、位相差を生じさせない平面部では検出手段により

強度検出できない干渉光となるので、透過された偏光検査光のうちの位相差が生じた部分のみからの検知光として光電検出手段に導かれ、この検出結果に基づいて暗視野状態で段差部分の干渉状態が観察され、凹凸マークの位置検出が行なわれることとなる。

【0075】また、偏光干渉による光強度は、位相差を  $\delta$  とした時、 $\{1 + \cos \delta\}$  に比例するため、リタデーション量  $\Delta = \pi$  ラジアンに設定すると、対象物表面のエッジ部分の光強度は、段差の凹凸量（変化の割合）が等しければ同じ強度となる。従って、対称な形状のエッジで構成されたマークの中心は、対称な光強度分布の中心を求めることでエッジ形状に関係なく正確に決めることができる。

【0076】次に、請求項 6 に記載した発明に係る位置検出装置では、前記二つの偏光検査光の照射位置を前記対象物上で相対的に走査する走査手段を備えているので、対象物に対して全面を走査することで、対象物上の異なる位置に設けられた複数の凹凸マークの位置検出を容易に行うことができる。

【0077】

【実施例】以下、実施例を通じて本発明をさらに詳しく説明する。図 1 に本発明の第 1 実施例に係る位置検出装置の該略構成を示す。78 この実施例では、光源手段として白色光源からなる光源 1 を使用している。光源手段は、特に限定するものではなく、本実施例並びに以下の実施例においてもレーザ光源などの別のものを用いてもよいものである。

【0078】光源 1 から発せられる照明光 11 は、コンデンサレンズ 4 を介して偏光板 5 に入射する。偏光板 5 は、本実施例における偏光選択手段を構成しており、その透過軸方位は、図中の紙面方向に対して  $45$  度傾けられて配置されている。

【0079】この偏光板 5 は、特定方向の直線偏光を取り出せる構造のものであれば、特に限定されるものではなく、偏光板以外に、ニコルプリズム、グラントムソンプリズムなどの偏光プリズムを適用してもよいものである。また、光源自身が偏光特性を持つレーザなどを用いた場合には、偏光板を省略することができる。

【0080】偏光板 5 により直線偏光に偏光された照明光 11 は、光路分割合成手段を構成するビームスプリッタ 8 により光路を折り曲げられて対象物方向に向かう。本実施例における光路分割合成手段は、非偏光ビームスプリッタで構成されており、対象物からの反射光は、この照明光と逆の経路でビームスプリッタ 8 に入射した後、ここを透過した成分が検出手段に向かう。

【0081】ビームスプリッタ 8 で反射された照明光 8 は、複屈折素子であるウォラストンプリズム 9 に入射する。ここで、ウォラストンプリズム 9 の偏光分離方向は、紙面方向（図面における横方向）であり、照明光の光軸上で偏光板 5 の透過軸方向と  $45$  度傾いた状態で配



設されている。

【0082】これにより、ウォラストンプリズム9に入射した光11は、偏光面が互いに直交する二つの偏光検査光11A、11Bに分離する。この二つの偏光検査光の11A、11Bの偏光面は、夫々図における紙面と平行又は直交する方向と一致している。二つの偏光検査光11A、11Bは、ウォラストンプリズム9から所定の分離角をもって射出された後、検査光照射手段を構成する対物レンズ10により、対象物となる標本3上に照射される。

【0083】この時、標本3上での二つの偏光検査光11A、11Bのシア量（横ずれ量）は、ウォラストンプリズム9から射出される際の分離角を $\alpha$ 、対物レンズ10の焦点距離を $f$ とした時、シア量（横ずれ量） $= f \cdot \tan \alpha$ により定まる。標本3に照射された二つの偏光検査光11A、11Bは、それぞれ標本3表面において反射された後、再び対物レンズ10を介してウォラストンプリズム9に入射して、同一光路上に合成される。

【0084】この時、それぞれの偏光検査光11A、11Bにおける標本3表面の凹凸部分の段差部からの反射光では、段差の割合（傾き）に応じた位相差が生じているが、それ以外の平面部からの反射光では位相差が生じていない。ウォラストンプリズム9により同一光路上に合成された検出光は、偏光検査光11A、11Bの双方の偏光成分を維持したまま、ビームスプリッタ8を介して（透過分が）偏光板7に入射する。

【0085】この偏光板7は、偏光干渉手段を構成する検光子からなるものであり、その透過軸方位は紙面に対して45度傾けられて配置されているが、光軸上で先の偏光板5の透過軸方位とは互いに90度傾けられて（直交する状態で）配置されている。即ち、偏光板5及び偏光板7は共に紙面に対して45度傾けられているが、それらは互いに逆方向である。

【0086】偏光板7に入射した検出光は、紙面に平行な方向と直交する方向との偏光面を有する偏光検査光11A、11Bであるので、偏光板7の透過軸方向のみの偏光成分が透過し、この透過した偏光成分同士が干渉する。一方、標本3表面の凹凸マークの段差部からの反射光は、偏光検査光11A、11Bの間に段差の割合に応じた位相差が生じている。

【0087】このため、偏光板7の中性軸方位方向の偏光成分は、 $\pi$ ラジアン位の位相差に更に段差に応じた位相差が加えられた偏光成分同士として干渉する。このため、この位相差に応じた強度の偏光干渉光を生ずる。この偏光干渉光は、結像レンズ6により検出手段を構成する光電検出器12上に標本3上の照射位置の像として結像される。

【0088】この際に、標本3上の平面部（凹凸マークの段差部以外の部分）の像は、偏光干渉強度が零であることから検出信号が生じないため、暗黒状態（暗視）と

なって検出される。これに対し、凹凸マークの段差部からの反射光は、所定の強度をもつ明線として結像され、それに応じた検出信号が生ずる。

【0089】そして、これらの偏光干渉光の光強度分布に応じた電気信号に変換されて信号処理装置12に検出信号が送られ、この電気信号からアライメントマークを構成する凹凸マークのエッジの位置情報が算出され、更に位置表示手段13により標本上の凹凸マークの位置が表示される。ここでは、位置表示手段としてモニタ13に位置情報が出力され、同時にモニタ13において映像化されたマークの位置が観測されている。

【0090】この信号処理装置12によるアライメントマークの位置を計算する方法として、例えば、検出した信号の強度ピークを求め、ピークに対応する位置をエッジ位置とする方法が挙げられる。この方法は、大きな強度ムラには影響されにくいという利点があるが、突発的雑音などによりピーク位置を誤ることがあるという欠点がある。

【0091】また別の方法として、強度ピーク近傍において、二次関数などの適当な関数によりフィッティングを行い、フィッティングされた関数のピーク中心をエッジとする方法も挙げられる。この方法は、細かな雑音が存在する場合でも雑音が抑圧され、精度よくピーク位置を求めることができるという利点を有するが、関数の選び方や大きな強度ムラによりピーク位置が影響される場合がある。

【0092】更に、別の方法として、特定の閾値を定めて強度ピークの左右において強度値が閾値を越える位置を求め、求められた位置のうち一方の位置又は双方の中心をエッジの位置とする方法が挙げられる。この方法では、ピーク近傍の信号強度分布が緩やかに変化しているためピーク位置を特定しにくい場合に有用である。

【0093】本発明に係る実施例では、第一実施例に限らず以下の実施例においても、これらの方法にいずれかに限定されるものではなく、例えば使用するアライメントマークや基板の材質、大きさ等により、それぞれ方法の利点と欠点とを考慮した上で好ましい方法を採用すればよい。

【0094】この様に、本実施例では、位相差調整手段として、偏光板5と偏光板7とを上記の様に配置して用いているが、これらは夫々偏光選択手段、偏光干渉手段を兼ねるものである。そして、これらの配置位置関係（光軸上の透過軸の方向）を調整する事で、平面から検出される偏光干渉光の位相差を変化させる事が可能である。

【0095】即ち、偏光板5及び偏光板7からの透過軸方向を光軸上で回転させる等の手段により偏光方向を調整することが可能となるので、コストがかからず経済的であるという効果がある。更に、部材が少ないので光学設計を行うのも簡単に済ませることができるという効果

もある。

【0096】次に、本発明の第2実施例に係る位置検出装置を図4を用いて説明する。この実施例では、光源手段として白色光源からなる光源401を使用している。光源手段は、特に限定するものではなく、本実施例のように白色光源としてもよいし、レーザー光源などの別のものを用いてもよい。

【0097】光源401から発せられる照明光411は、コンデンサレンズ404を介して偏光板405に入射する。偏光板405は、本実施例における偏光選択手段を構成しており、その透過軸方位は、図中の紙面方向に対して45度傾けられて配置されている。

【0098】この偏光板405は、特定方向の直線偏光を取り出せる構造のものであれば、特に限定されるものではなく、偏光板以外に、ニコルプリズム、グラントムソンプリズムなどの偏光プリズムを適用してもよいものである。また、光源自身が偏光特性を持つレーザなどを用いた場合には、偏光板を省略することができる。

【0099】偏光板405により直線偏光にされた照明光411は、位相差調整手段を構成する1/2波長板415に入射する。この1/2波長板415は、偏光板405からの直線偏光の偏光面方向を90度回転させるように配置されており、ここを透過する事で直線偏光（照明光411）は、その偏光面の方向が90度回転した直線偏光となって射出される。

【0100】1/2波長板415より射出された照明光411は、光路分割合成手段を構成するビームスプリッタ408により光路を折り曲げられて対象物403に向かう。本実施例における光路分割合成手段は、非偏光ビームスプリッタで構成されており、対象物からの反射光は、この照明光と逆の経路でビームスプリッタ408に入射した後、ここを透過した成分が検出手段に向かう。

【0101】ビームスプリッタ408で反射された照明光411は、複屈折素子であるウォラストンプリズム409に入射する。ここで、ウォラストンプリズム409の偏光分離方向は、紙面方向であり、照明光の光軸上で1/2波長板415に回転された照明光411の偏光方向に対してと45度傾いた状態で配設されている。

【0102】これにより、ウォラストンプリズム409に入射した光411は、偏光面が互いに直交する二つの偏光検査光411A、411Bに分離される。この二つの偏光検査光の411A、411Bの偏光面は、夫々紙面と平行又は直交する方向と一致している。

【0103】二つの偏光検査光411A、411Bは、ウォラストンプリズム409から所定の分離角をもって射出した後、検査光照射手段を構成する対物レンズ410により、対象物となる標本403上に照射される。この時、標本403上での二つの偏光検査光411A、411Bのシア量（横ずれ量）は、ウォラストンプリズム409から射出される際の分離角 $\alpha$ と対物レンズ410

の焦点距離を $f$ とした時、シア量（横ずれ量） $= f \cdot \tan \alpha$ とにより定まる。

【0104】標本403に照射された二つの偏光検査光411A、411Bは、それぞれ標本403表面において反射された後、再び対物レンズ410を介してウォラストンプリズム409に入射して、同一光路上に合成される。

【0105】この時、それぞれの偏光検査光411A、411Bのうち、標本403表面の凹凸部分の段差部からの反射光は、段差の割合（傾き）に応じた位相差が生じた検出光となるが、それ以外の平面部からの反射光には位相差が生じない。

【0106】ウォラストンプリズム409により同一光路上に合成された検出光は、偏光検査光411A、411Bの双方の偏光成分を維持したまま、ビームスプリッタ408を透過して偏光板407に入射する。

【0107】この偏光板407は、偏光干渉手段を構成する検光子からなるものであり、その透過軸方位は紙面に対して45度傾けられて配置されているが、光軸上で先の偏光板405の透過軸方位と平行に配置されている。即ち、偏光板405及び偏光板407は共に紙面に対して45度傾けられており、更に、それらは互いに平行である。

【0108】偏光板407に入射した検出光は、紙面に平行な方向と直交する方向の偏光成分からなる偏光検査光411A、411Bであるので、偏光板407の透過軸方向のみの偏光成分が透過し、この透過した偏光成分同士が干渉する。

【0109】標本403表面の凹凸マークの段差部からの反射光には、偏光検査光411A、411Bの間に段差の割合に応じた位相差が生じている。このため、偏光板407の透過軸方位方向の偏光成分は、 $\pi$ ラジアン位の位相差に更に段差に応じた位相差が加えられた偏光成分同士として干渉する。このため、透過成分が互いに干渉すると、この位相差に応じた強度の偏光干渉光を生ずる。

【0110】この偏光干渉光は、結像レンズ406により検出手段を構成する光電検出器412上に標本403上の照射位置の像として結像される。この際に、標本403上の平面部の像は、偏光干渉強度が零であることから検出信号が生じないため暗黒状態（暗視野状態）となって検出されるが、段差部からの反射光は所定の強度をもつ明線として結像され、それに応じた検出信号が生ずる。

【0111】そして、これらの偏光干渉光の光強度分布に応じた電気信号に変換されて信号処理装置412に検出信号が送られ、この電気信号からアライメントマークを構成する凹凸マークのエッジの位置情報が算出され、更に位置表示手段413により標本上のマーク（エッジ）の位置が表示される。ここでは、位置表示手段とし

でモニタ413に位置情報が出力され、同時にモニタ413において映像化されてマークの位置が観測されている。

【0112】信号処理装置412によるアライメントマークの位置を算出する方法は、前述した第1実施例同様に、例えば検出した信号の強度ピークを求め、ピークに対応する位置をエッジ位置とする方法等のいづれかにより、エッジ位置及びそれに基づくアライメントマーク（凹凸マーク）位置を算出するようにしている。勿論、本第2実施例においても、これらの方法に限定されるものではなく、それぞれの方法の利点と欠点とを考慮した上で好ましい方法を採用すればよい。

【0113】このように本発明の第2実施例では、偏光選択手段を構成する偏光板405と光路分割合成手段を構成するビームスプリッタ408との間に1/2波長板を設けることによって、簡単に位相差を調整する別の構成を提案している。この構成は、偏光板405と偏光板407の偏光方向を平行とすることにより、各部材のは位置構成を簡易化し、装置の設計や組立が容易になる利点がある。

【0114】次に、本発明の第3実施例に係る位置検出装置を図5を用いて説明する。この実施例では、光源手段として白色光源からなる光源501を使用している。光源手段は、特に限定するものではなく、本実施例のように白色光源としてもよいし、レーザー光源などの別のものを用いてもよいものである。

【0115】光源501から発せられる照明光511は、コンデンサレンズ504を介して偏光板505に入射する。偏光板505は、本実施例における偏光選択手段を構成しており、その透過軸方位は、図中の紙面方向に対して45度傾けられて配置されている。

【0116】この偏光板505は、特定方向の直線偏光を取り出せる構造のものであれば、特に限定されるものではなく、偏光板以外に、ニコルプリズム、グラントムソンプリズムなどの偏光プリズムを適用してもよいものである。また、光源自身が偏光特性を持つレーザなどを用いた場合には、偏光板を省略することができる。

【0117】偏光板505により直線偏光に偏光された照明光511は、光路分割合成手段を構成するビームスプリッタ508により光路を折り曲げられて対象物503に向かう。本実施例における光路分割合成手段は、非偏光ビームスプリッタで構成されており、対象物からの反射光は、この照明光と逆の経路でビームスプリッタ508に入射した後、ここを透過した成分が検出手段に向かう。

【0118】ビームスプリッタ508で反射された照明光511は、複屈折素子であるウォラストンプリズム509に入射する。ここで、ウォラストンプリズム509の偏光分離方向は、紙面方向であり、照明光の光軸上で偏光板505の透過軸方向と45度傾いた状態で配設さ

れている。

【0119】これにより、ウォラストンプリズム509に入射した光511は、偏光面が互いに直交する二つの偏光検査光511A、511Bに分離する。この二つの偏光検査光の511A、511Bの偏光面は、夫々紙面と平行又は直交する方向と一致している。

【0120】二つの偏光検査光511A、511Bは、ウォラストンプリズム509から所定の分離角をもって射出された後、検査光照射手段を構成する対物レンズ510により、対象物となる標本503上に照射される。この時、標本503上での二つの偏光検査光511A、511Bのシア量（横ずれ量）は、ウォラストンプリズム509から射出される際の分離角 $\alpha$ と対物レンズ510の焦点距離を $f$ とした時、シア量（横ずれ量） $= f \cdot \tan \alpha$ とにより定まる。

【0121】標本503に照射された二つの偏光検査光511A、511Bは、それぞれ標本503表面において反射された後、再び対物レンズ510を介してウォラストンプリズム509に入射して、同一光路上に合成される。この時、それぞれの偏光検査光511A、511Bのうち、標本503表面の凹凸部分の段差部からの反射光は、段差の割合（傾き）に応じた位相差が生じた検出光となるが、それ以外の平面部からの反射光には位相差が生じない。

【0122】ウォラストンプリズム509により同一光路上に合成された検出光は、偏光検査光511A、511Bの双方の偏光成分を維持したまま、ビームスプリッタ508を介して位相差調整手段を構成する1/2波長板516に入射する。1/2波長板516は、検出光の二つの偏光方向のいずれかに遅相軸（又は進相軸）方向を一致させて配置されており、偏光検査光511A、511Bの一方の偏光成分の位相を180度遅らせて、相互の位相差を $\pi$ ラジアンとして射出される。

【0123】1/2波長板516より射出された検出光は、偏光干渉手段を構成する検光子からなる偏光板507に入射する。この偏光板507の透過軸方位は、紙面に対して45度傾けられて配置されているが、光軸上で先の偏光板505の透過軸方位と平行に配置されている。即ち、偏光板505及び偏光板507は共に紙面に対して45度傾けられており、更に、それらは互いに平行である。

【0124】偏光板507に入射した検出光は、前述した1/2波長板516より互いに位相差が $\pi$ ラジアンの状態の偏光検査光511A、511Bに変調されているが、これらの偏光検査光は偏光板507の透過軸方向とそれと直交する方向の偏光面を持つので、偏光板507の透過軸方向のみの偏光成分が透過し、この透過した偏光成分同士が干渉する。

【0125】一方、標本503表面の凹凸マークの段差部からの反射光は、偏光検査光511A、511Bの間

に段差の割合に応じた位相差が生じている。このため、偏光板507の透過軸方位方向の偏光成分は、 $\pi$ ラジアン位の位相差に更に段差に応じた位相差が加えられた偏光成分同士として干渉する。このため、この位相差に応じた強度の偏光干渉光を生ずる。

【0126】この偏光干渉光は、結像レンズ506により、検出手段を構成する光電検出器502上に標本503上の照射位置の像として結像される。この際に、標本503上の平面部の像は、偏光干渉強度が零であることから暗黒状態（暗視）となって検出され、段差部からの反射光は所定の強度をもつ明線として結像されることとなる。

【0127】そして、光電検出器502によりこれらの偏光干渉光の光強度分布に応じた電気信号に変換されて信号処理装置512に送られ、この検出電気信号からアライメントマークを構成する凹凸マークのエッジの位置情報が算出され、更に位置表示手段513により標本上のマーク（エッジ）の位置が表示される。ここでは、位置表示手段としてモニタ513に位置情報が出力され、同時にモニタ513において映像化されてマークの位置が観測されている。

【0128】信号処理装置512によるアライメントマークの位置を算出する方法は、前述した第1及び第2実施例同様に、例えば検出した信号の強度ピークを求め、ピークに対応する位置をエッジ位置とする方法等のいくつかにより、エッジ位置及びそれに基づくアライメントマーク（凹凸マーク）位置を算出するようにしている。勿論、本第3実施例では、これらの方法に限定するものではなく、それぞれの方法の利点と欠点とを考慮した上で好ましい方法を採用すればよい。

【0129】このように本発明の第3実施例では、光路分割合成手段を構成するビームスプリッタ508と偏光干渉手段を構成する偏光板507との間に1/2波長板516を設けることによって、簡単に位相差を調整する別の構成を提案している。

【0130】次に、本発明の第4実施例に係る位置検出装置を図6を用いて説明する。この実施例では、光源手段として白色光源からなる光源601を使用している。光源手段は、特に限定するものではなく、本実施例のように白色光源としてもよいし、レーザー光源などの別のものを用いてもよいものである。

【0131】光源601から発せられる照明光611は、コンデンサレンズ604を介して偏光板605に入射する。偏光板605は、本実施例における偏光選択手段を構成しており、その透過軸方位は、図中の紙面方向に対して45度傾けられて配置されている。

【0132】この偏光板605は、特定方向の直線偏光を取り出せる構造のものであれば、特に限定されるものではなく、偏光板以外に、ニコルプリズム、グラントムソンプリズムなどの偏光プリズムを適用してもよいもの

である。また、光源自身が偏光特性を持つレーザなどを用いた場合には、偏光板を省略することができる。

【0133】偏光板605により直線偏光に偏光された照明光611は、光路分割合成手段を構成するビームスプリッタ608により光路を折り曲げられて対象物603に向かう。本実施例における光路分割合成手段は、この非偏光ビームスプリッタで構成されており、対象物からの反射光は、照明光と逆の経路でビームスプリッタ608に入射した後、ここを透過して検出手段方向に向かう。

【0134】ビームスプリッタ608で反射された照明光611は、位相差調整手段を構成する1/4波長板617に入射する。1/4波長板617は、遅相軸（又は進相軸）が入射光に対して45度の傾きを持ち、紙面に対して直交及び平行の偏光間の位相を90度ずらす働きをする。入射光の相互の偏光間の位相差は、 $\pi/2$ ラジアンとなり照明光（直線偏光）は円偏光となって射出される。

【0135】1/4波長板617より射出された照明光611は、複屈折素子であるウォラストンプリズム609に入射する。ここで、ウォラストンプリズム609の偏光分離方向は紙面方向であり、照明光の光軸上で偏光板605の透過軸方向と直交する状態で配設されている。

【0136】これにより、ウォラストンプリズム609に入射した光611は、偏光面が互いに直交する二つの偏光検査光611A、611Bに分離される。この二つの偏光検査光の611A、611Bの偏光面は、夫々紙面と平行又は直交する方向と一致している。

【0137】二つの偏光検査光611A、611Bは、ウォラストンプリズム609から所定の分離角をもって射出した後、検査光照射手段を構成する対物レンズ610により、対象物となる標本603上に照射される。この時、標本603上での二つの偏光検査光611A、611Bのシア量（横ずれ量）は、ウォラストンプリズム609から射出される際の分離角 $\alpha$ 、対物レンズ610の焦点距離を $f$ とした時、シア量（横ずれ量） $\approx f \cdot \tan \alpha$ とにより定まる。

【0138】標本603に照射された二つの偏光検査光611A、611Bは、それぞれ標本603表面において反射された後、再び対物レンズ610を介してウォラストンプリズム609に入射して、同一光路上に合成される。この時、それぞれの偏光検査光611A、611Bにおける標本603表面の凹凸部分の段差部からの反射光には、段差の割合（傾き）に応じた位相差が生じているが、それ以外の平面部からの反射光には位相差が生じていない。

【0139】ウォラストンプリズム609により同一光路上に合成された検出光は、偏光検査光611A、611Bの双方の偏光成分を維持したまま、再び1/4波長

板617に入射する。前述したように、この1/4波長板617は、紙面に対して直交及び平行の偏光すなわち、偏光検査光間の位相を90度ずらす働きをする。

【0140】即ち、1/4波長板617は、照明光611と、偏光検査光611A、611Bの双方の偏光成分を維持した検出光とが通過する光路上に設けられているため、検出光は光路中で90度づつ二回位相をずらされて結果的にπラジアン位相差がついて射出される。

【0141】1/4波長板617より射出された検出光は、ビームスプリッタ608を透過して、偏光干渉手段を構成する検光子からなる偏光板607に入射する。偏光板607の透過軸方位は、紙面に対して45度傾けられて配置されているが、光軸上で先の偏光板605の透過軸方位と平行である。

【0142】即ち、本実施例では偏光板605及び偏光板607は、共に紙面に対して45度傾けられて配置されており、更に、それらは互いに光路上で平行である。ただし、相互の透過軸方位が平行であれば、これらを共に紙面と平行な方向に向けて配置しても良い。

【0143】偏光板607に入射した検出光は、前述した1/4波長板617より紙面に平行な方向と直交する方向の偏光面を有する偏光検査光611A、611Bに変調されているので、偏光板607の透過軸方向のみ偏光成分が透過し、この透過した偏光成分同士が干渉する。

【0144】標本603表面の凹凸マークの段差部からの反射光は、偏光検査光611A、611Bの間に段差の割合に応じた位相差が生じている。このため、偏光板607の透過軸方位方向の偏光成分は、πラジアンの位相差に更に段差に応じた位相差が加えられた偏光成分同士として干渉する。このため、この位相差に応じた強度の偏光干渉光を生ずる。

【0145】これらの偏光干渉光は、結像レンズ606により検出手段を構成する光電検出器602上に標本603上の照射位置の像として結像される。この際に、標本603上の平面部の像は、偏光干渉強度が零であることから検出信号が生じないため、暗黒状態（暗視）となって検出されるが、段差部からの反射光は所定の強度をもつ明線として結像され、それに応じた検出信号が生ずる。

【0146】そして、これらの偏光干渉光の光強度分布に応じた電気信号に変換されて信号処理装置612に送られ、この検出電気信号からアライメントマークを構成する凹凸マークのエッジの位置情報が算出され、更に位置表示手段613により標本上のマーク（エッジ）の位置が表示される。ここでは、位置表示手段としてモニタ613に位置情報が出力され、同時にモニタ613において映像化されてマークの位置が観測されている。

【0147】信号処理装置612によるアライメントマークの位置を算出する方法は、前述した第1、第2及び

第3実施例同様に、例えば検出した信号の強度ピークを求め、ピークに対応する位置をエッジ位置とする方法等のいづれかにより、エッジ位置及びそれに基づくアライメントマーク（凹凸マーク）位置を算出するようにしている。勿論、本第4実施例では、これらの方法に限定するものではなく、それぞれの方法の利点と欠点とを考慮した上で好ましい方法を採用すればよい。

【0148】このように本発明の第4実施例では、偏光選択手段を構成する偏光板605と、偏光干渉手段を構成する偏光板607との他に、照明光と検出光との共通の光路上に1/4波長板617を設けることによって、平面からの検出干渉光の位相差がπラジアンとなるよう調整している。

【0149】また、偏光板605及び偏光板607の前後に、位相差を調整する波長板が存在しないため、偏光選択手段を構成する偏光板605の設定位置と、偏光干渉手段を構成する偏光板607の設定位置が自由に決定できるという利点も備えている。

【0150】次に、本発明の第5実施例に係る位置検出装置を図7を用いて説明する。この実施例では、光源手段として白色光源からなる光源701を使用している。光源手段は、特に限定するものではなく、本実施例のように白色光源としてもよいし、レーザ光源などの別のものを用いてもよいものである。

【0151】光源701から発せられる照明光711は、コンデンサレンズ704を介して偏光ビームスプリッタ714に入射する。偏光ビームスプリッタ714は、その偏光分離面に対して入射光の入射面と直交する方向の偏光成分のみを反射する性質を備えているものであれば良い。そして、特定の偏光成分を持つ直線偏光成分を取り出すことから、本実施例では偏光ビームスプリッタ714を偏光選択手段として用いているが、後述する様に位相差調整手段としても用いている。

【0152】光源701から発せられる照明光711は、偏光ビームスプリッタ714により光路を折り曲げられ、と共に、偏光ビームスプリッタ714の偏光分割面により特定方向（図中の紙面に直交する方向）の直線偏光のみが反射され、ウォラストンプリズム709に入射する。

【0153】ここで、ウォラストンプリズム709の偏光分離方向は、紙面方向に対して45度傾けて配置されており、照明光711の光軸上で入射する直線偏光の偏光面と45度傾いた状態で配設されている。これにより、ウォラストンプリズム709に入射した光711は、偏光面が互いに直交する二つの偏光検査光711A、711Bに分離される。この二つの偏光検査光の711A、711Bの偏光面は、夫々紙面に対して45度傾けられている。

【0154】二つの偏光検査光711A、711Bは、ウォラストンプリズム709から所定の分離角をもって

射出した後、検査光照射手段を構成する対物レンズ710により、対象物となる標本703上に照射される。この時、標本703上での二つの偏光検査光711A、711Bのシア量（横ずれ量）は、ウォラストンプリズム709から射出される際の分離角を $\alpha$ 、対物レンズ710の焦点距離を $f$ とした時、シア量（横ずれ量） $= f \cdot \tan \alpha$ とにより定まる。

【0155】標本703に照射された二つの偏光検査光711A、711Bは、それぞれ標本703表面において反射された後、再び対物レンズ710を介してウォラストンプリズム709に入射して、同一光路上に合成される。

【0156】この時、それぞれの偏光検査光711A、711Bにおける標本703表面の凹凸部分の段差部からの反射光には、段差の割合（傾き）に応じた位相差が生じているが、それ以外の平面部からの反射光には位相差が生じていない。従って、ウォラストンプリズム709により同一光路上に合成された検出光は、偏光検査光711A、711Bの双方の偏光成分を維持したまま、偏光ビームスプリッタ714に入射する。

【0157】この際に、偏光ビームスプリッタ714の偏光分割面に対する入射光の入射面に対し、偏光検査光711A、711Bの双方の偏光面は互いに45度ずつ逆向きに傾いた状態である。このため、偏光ビームスプリッタ714に入射し、偏光分離面で透過する偏光成分は、偏光検査光711A、711Bの双方の直線偏光を前記入射面方向とそれと直交する方向とに偏光分離された成分の内の後者である。

【0158】ここで、平面部からの反射光は、位相差が生じていないため、偏光検査光711A、711Bの透過偏光成分同士は、互いに位相差が $\pi$ ラジアン（180度）の状態では透過する事となり、これらが偏光干渉すると互いに打ち消し合うので、透過偏光干渉光の強度は零となる。逆に、反射偏光成分同士は互いに位相差がないので強め合う事となる。

【0159】また、凹凸部の段差部からの偏光成分間では、互いの位相差が $\pi$ ラジアンの状態から段差部の割合に応じた位相差（ずれ）が生じているため、それに応じた強度の偏光干渉成分が検出される。

【0160】この様に、透過成分同士が干渉した状態を本実施例では検出しているので、偏光ビームスプリッタ714が偏光干渉手段を兼ねるものとなる。さらに、平面からの偏光検査光に対して、互いに $\pi$ ラジアン位の位相差が生じている状態を選択している事から、位相差調整手段をも兼ねる構成となっている。

【0161】次に、本発明の第5実施例に係る位置検出装置を図7を用いて説明する。この実施例では、光源手段として白色光源からなる光源701を使用している。光源701から発せられる照明光711は、コンデンサレンズ704を介して偏光ビームスプリッタ714に入

射する。

【0162】偏光ビームスプリッタ714は、その偏光分離面に対して入射光の入射面と直交する方向の偏光成分のみを反射する性質を備えているものであれば良い。

そして、特定の偏光成分を持つ直線偏光成分を取り出すことから、本実施例では偏光ビームスプリッタ714を偏光選択手段として用いているが、後述する様に位相差調整手段としても用いている。

【0163】光源701から発せられる照明光711は、偏光ビームスプリッタ714により光路を折り曲げられると共に、偏光ビームスプリッタ714の偏光分割面により特定方向（図中の紙面に直交する方向）の直線偏光のみが反射され、ウォラストンプリズム709に入射する。

【0164】ここで、ウォラストンプリズム709の偏光分離方向は、紙面方向に対して45度傾けて配置されており、照明光711の光軸上で入射する直線偏光の偏光面と45度傾いた状態で配設されている。これにより、ウォラストンプリズム709に入射した光711は、偏光面が互いに直交する二つの偏光検査光711A、711Bに分離される。この二つの偏光検査光の711A、711Bの偏光面は、夫々紙面に対して45度傾けられている。

【0165】二つの偏光検査光711A、711Bは、ウォラストンプリズム709から所定の分離角をもって射出した後、検査光照射手段を構成する対物レンズ710により、対象物となる標本703上に照射される。この時、標本703上での二つの偏光検査光711A、711Bのシア量（横ずれ量）は、ウォラストンプリズム709から射出される際の分離角を $\alpha$ 、対物レンズ710の焦点距離を $f$ とした時、シア量（横ずれ量） $= f \cdot \tan \alpha$ とにより定まる。

【0166】標本703に照射された二つの偏光検査光711A、711Bは、それぞれ標本703表面において反射された後、再び対物レンズ710を介してウォラストンプリズム709に入射して、同一光路上に合成される。この時、それぞれの偏光検査光711A、711Bにおける標本703表面の凹凸部分の段差部からの反射光には、段差の割合（傾き）に応じた位相差が生じているが、それ以外の平面部からの反射光には位相差が生じていない。

【0167】従って、ウォラストンプリズム709により同一光路上に合成された検出光は、偏光検査光711A、711Bの双方の偏光成分を維持したまま、偏光ビームスプリッタ714に入射する。この際に、偏光ビームスプリッタ714の偏光分割面に対する入射光の入射面に対し、偏光検査光711A、711Bの双方の偏光面は互いに45度ずつ逆向きに傾いた状態である。

【0168】このため、偏光ビームスプリッタ714に入射し、偏光分離面で透過する偏光成分は、偏光検査光

711A、711Bの双方の直線偏光を前記入射面方向とそれと直交する方向とに偏光分離された成分の内の後者である。ここで、平面部からの反射光は、位相差が生じていないため、偏光検査光711A、711Bの透過偏光成分同士は、互いに位相差が $\pi$ ラジアン(180度)の状態では透過する事となり、これらが偏光干渉すると互いに打ち消し合うので、透過偏光干渉光の強度は零となる。

【0169】逆に、反射偏光成分同士は互いに位相差がないので強め合う事となる。また、凹凸部の段差部からの偏光成分間では、互いの位相差が $\pi$ ラジアンの状態から段差部の割合に応じた位相差(ずれ)が生じているため、それに応じた強度の偏光干渉成分が検出される。

【0170】この様に、透過成分同士が干渉した状態を本実施例では検出しているため、偏光ビームスプリッタ714が偏光干渉手段を兼ねるものとなる。さらに、平面からの偏光検査光に対して、互いに $\pi$ ラジアンの位相差が生じている状態を選択している事から、位相差調整手段をも兼ねる構成となっている。

【0171】そして、平面からの反射光は偏光ビームスプリッタ714により、 $\pi$ ラジアンの位相差が生じた状態の偏光干渉光となり、検出手段により検出できない

(強度が零の)干渉光となる。また、凹凸マークの段差部からの反射光は、段差の割合に応じた位相差が生じた偏光干渉光となる。

【0172】これらの偏光干渉光は、検知光として結像レンズ706により、検出手段を構成する光電検出器702上に標本703上の照射位置の像として結像される。この際に、標本703上の平面部の像は、偏光干渉強度が零であることから検出信号が生じないため、暗黒状態(暗視)となって検出されるが、段差部からの反射光は所定の強度をもつ明線として結像され、それに応じた検出信号が生ずる。

【0173】そして、これらの偏光干渉光の光強度分布に応じた電気信号に変換されて信号処理装置712に送られ、この検出電気信号からアライメントマークを構成する凹凸マークのエッジの位置情報が算出され、更に位置表示手段713により標本上のエッジの位置が表示される。ここでは、位置表示手段としてモニタ713に位置情報が出力され、同時にモニタ713において映像化されてマークの位置が観測されている。

【0174】信号処理装置612によるアライメントマークの位置を算出する方法は、前述した第1から第4実施例同様に、例えば検出した信号の強度ピークを求め、ピークに対応する位置をエッジ位置とする方法等のいづれかにより、エッジ位置及びそれに基づくアライメントマーク(凹凸マーク)位置を算出するようにしている。勿論、本第5実施例では、これらの方法に限定するものではなく、それぞれの方法の利点と欠点とを考慮した上で好ましい方法を採用すればよい。

【0175】このように、位相差調整手段として偏光ビームスプリッタを用いると、この偏光ビームスプリッタが、位相差調整手段だけでなく、偏光選択手段及び偏光干渉手段を兼ねるので、前述した第1から第4実施例に比べて少ない部材で組み立てることができ、製造上の手間が省けるという効果を達成する。また、光学系の構成が簡単であるので、設計が簡単になる。また、装置の小型化を図ることができるという効果を達成する。

【0176】本発明の位置検出装置は、前述した第1実施例から第5実施例に限定されるものでなく、得られた偏光検査光が偏光干渉される際に、 $\pi$ ラジアンの位相差を持って偏光干渉した状態で検出できるように位相差調整手段を備えた構成であれば、どのような構成としても良い。

【0177】また、上記の各実施例は、凹凸マーク(アライメントマーク)のエッジに方向に対して、ウォラストンプリズム709の偏光分離方向が45度の傾きをもつ様に配置構成されている。このため、矩形の凹凸マークの直交するエッジ部が同時に検出できる利点がある。

【0178】さらに、上記の各実施例は、偏光検査光の照射位置を対象物上で相対的に移動させる走査手段(図示せず)を備えており、対象物上の異なる位置に設けられたアライメントマークや、アライメントマーク自体の異なる位置を観察することができるものとなっている。

【0179】この走査方向は、基本的には任意に構成されているが、例えば偏光検査光の照射領域が凹凸マークの全体に及ばない場合には、矩形の凹凸マークのエッジ部に対して45度の傾きをもつ方向に相対移動させることで、互いに直交するエッジ部が一度の走査により検出できるものとなる。

【0180】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る位置検出装置によれば、観測光学系及び照明光学系のNAを制限したり、対象物を合焦位置からずらす必要がないので、分解能を下げることなく、コントラストを上げることが可能である。

【0181】又、得られる干渉画像は対象物表面に段差部分のみが明るくなり、平坦な部分は暗黒となるので、肉眼で対象物を観測する場合においても高精度に対象物を観測することができる。

【0182】特に、凹凸マークのエッジ自体(段差)が微小であったり、凹凸マークや基台部が反射率の小さい物質により構成されているか、夫々が反射率の差が小さな物質により形成されている場合等であっても、正確にエッジ像が検出できる利点がある。

【0183】また、この様な場合で合っても検出された像のコントラストは高く維持されたままであり、照明光強度を上げれば、エッジ像の光強度が上がるのでさらにコントラストの高い像が得られる。このため、検出精度が優れた位置検出装置が構築できるものとなる。

【0184】また、得られる観測像は、暗背景中の明線となるため、検出される総光量が従来よりもずっと少なく、常に検出器の能力を最大限に活かした条件で観測することができる利点もある。

【0185】本発明の位置検出装置は、光学系の構成が簡単であるので設計や、装置の制作並びに調整等が簡単になる利点もある。特に、単体の光学的素子に複数の機能を持たせる事で、装置の小型化を図ることができるという効果を達成する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る位置検出装置の該略構成図である。

【図2】段差を持つ対象物に平面波が入射した時の波面状態を示す説明図である。

【図3】段差と位相差の関係を模式的に示した説明図である。

【図4】本発明の第2実施例に係る位置検出装置の該略構成図である。

【図5】本発明の第3実施例に係る位置検出装置の該略構成図である。

【図6】本発明の第4実施例に係る位置検出装置の該略構成図である。

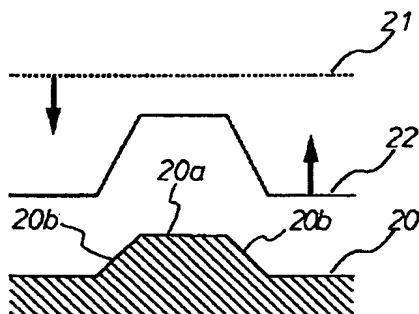
【図7】本発明の第5実施例に係る位置検出装置の該略構成図である。

#### 【符号の説明】

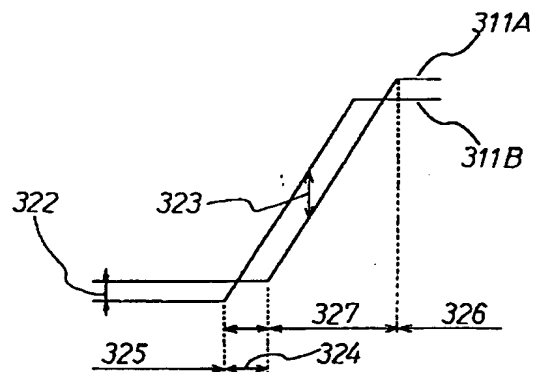
1、401、501、601、701	光源
2、402、502、602、702	検出器
3、403、503、603、703	標本
4、404、504、604、704	コンデンサレンズ
5、405、505、605	第1偏光板
6、406、506、606、706	結像レンズ
7、407、507、607	第2偏光

板	
8、408、508、608	ビームスプリッタ
9、409、509、609、709	ウォラストンプリズム
10、410、510、610、710	対物レンズ
11、411、511、611、711	光束
11A、411A、511A、611A、711A	偏光検査光
11B、411B、511B、611B、711B	偏光検査光
11C、411C、511C、611C、711C	偏光干渉光
12、412、512、612、712	光電検出器
13、413、513、613、713	モニタ
714	偏光ビームスプリッタ
415、516	1/2波長板
617	1/4波長板
20	対象物
20a	段差
21	平面波
22	反射波
311A	第1偏光検査光
311B	第2偏光検査光
322	リタデーション
323	光路差量
324	シア量
325、326	光強度零領域
327	光強度がある領域

【図2】

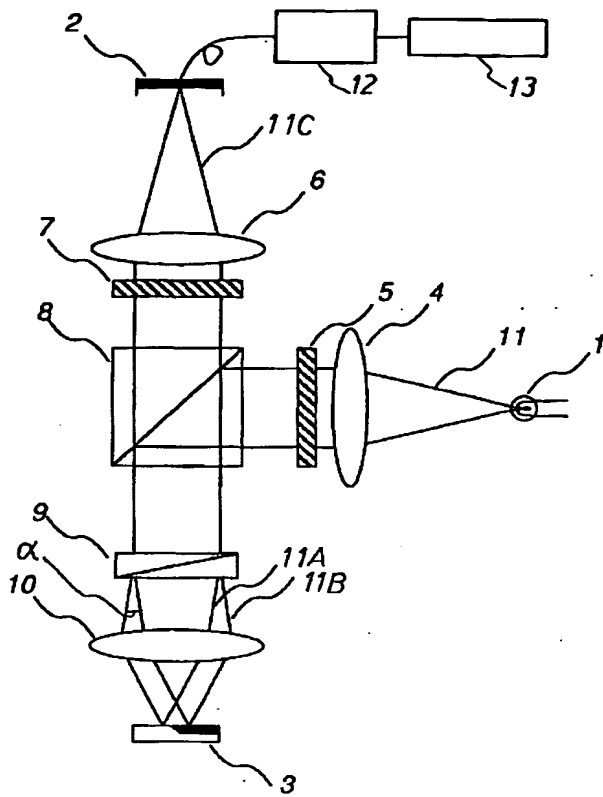


【図3】

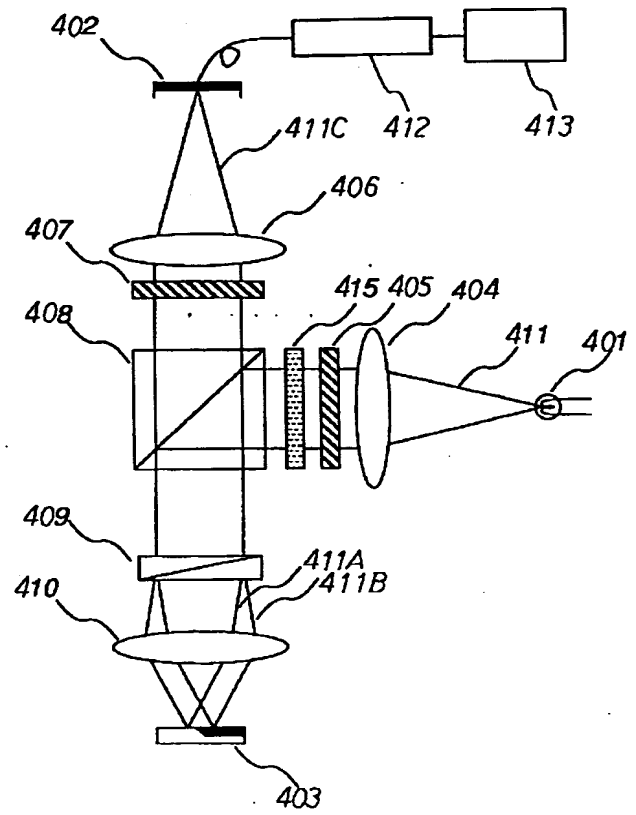




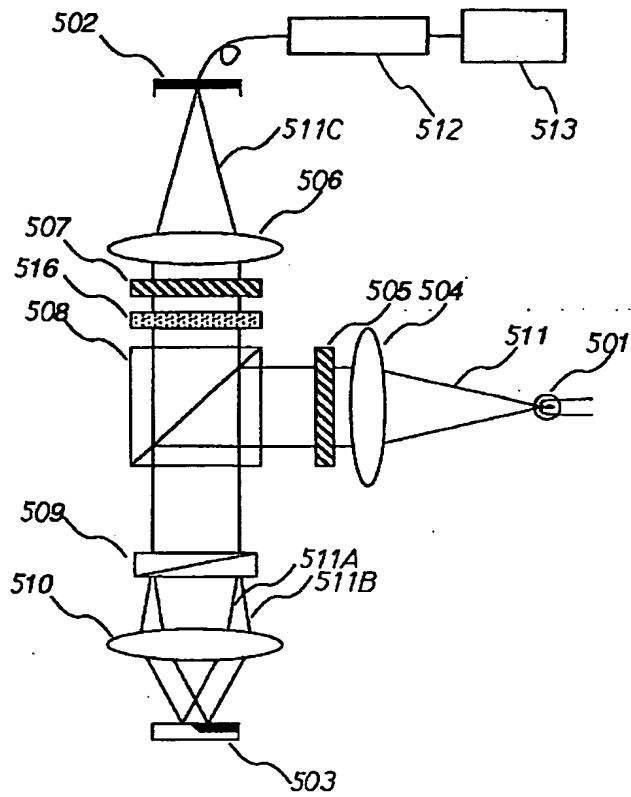
【図1】



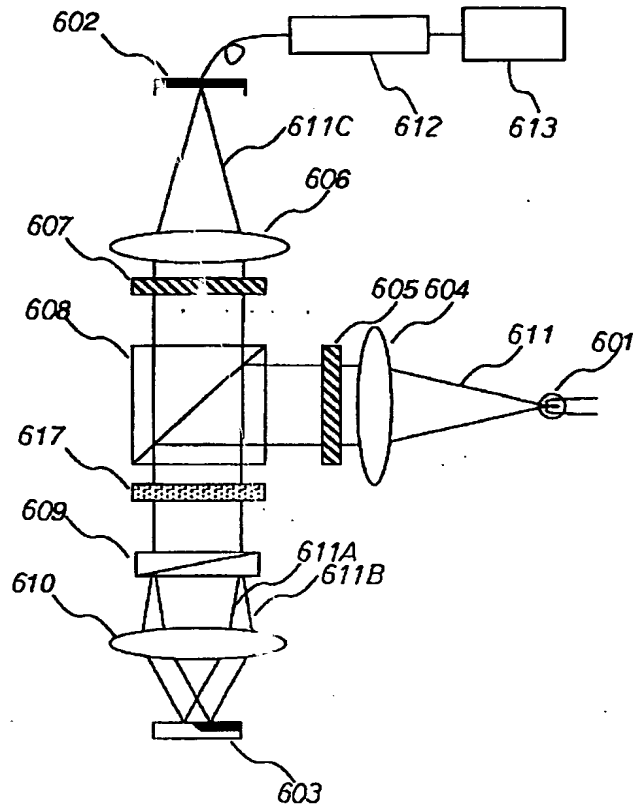
【図4】



【図5】



【図6】



【図 7】

